

EUROPEAN PATENT OFFICE

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 11121803
PUBLICATION DATE : 30-04-99

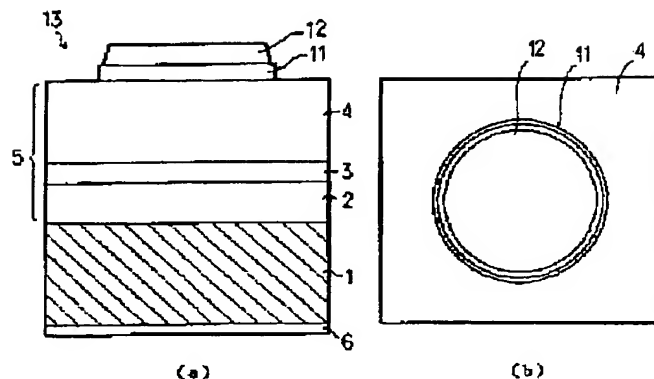
APPLICATION DATE : 16-10-97
APPLICATION NUMBER : 09283827

APPLICANT : HITACHI CABLE LTD;

INVENTOR : KOIZUMI GENTA;

INT.CL. : H01L 33/00

TITLE : LIGHT EMITTING DIODE AND ITS
MANUFACTURE



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a light emitting diode, together with its manufacturing method, comprising an electrode which is excellent in bondability and adhesion.

SOLUTION: After a first electrode 11 is formed, a pattern wherein the diameter of an electrode is smaller than the first electrode 11 is formed when a photo-pattern for a second electrode 12 is formed, so that the second electrode 12 does not contact an epitaxial layer 5. Thus, the electrodes 11 and 12 excellent in bondability and adhesion are formed. When considering an adhesion material for the second electrode 12, adhesion to the surface of a glass, etc., as well as a semiconductor surface is not required to be considered, so adhesion only to the first electrode 11 is required to be considered, widening a range for selecting electrode material. Even if a vapor-deposition film of adhesion material for the second electrode 12 is formed on the vapor-deposition film of metal material for the first electrode 11, and the first electrode 11 and the second electrode 12 are formed at the same time by etching, the second electrode 12 does not contact the epitaxial layer 5.

COPYRIGHT: (C)1999,JPO

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-121803

(43) 公開日 平成11年(1999) 4月30日

(51) Int.Cl.⁶
H 0 1 L 33/00

識別記号

F I
H 0 1 L 33/00

E

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平9-283827

(22) 出願日 平成9年(1997)10月16日

(71) 出願人 000005120

日立電線株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目1番2号

(72) 発明者 石黒 茂之

茨城県日立市日高町5丁目1番1号 日立

電線株式会社日高工場内

(72) 発明者 小泉 玄太

茨城県日立市日高町5丁目1番1号 日立

電線株式会社日高工場内

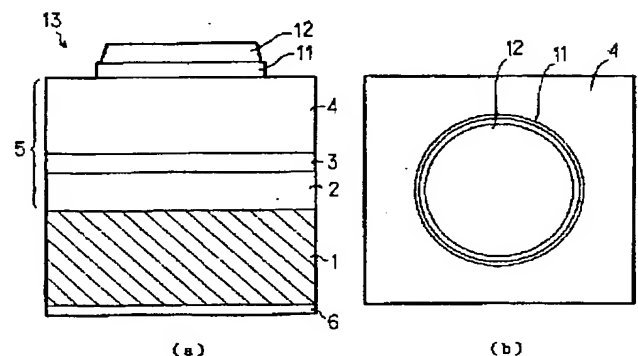
(74) 代理人 弁理士 絹谷 信雄

(54) 【発明の名称】 発光ダイオード及びその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 ボンダビリティが良好でしかも密着性に優れた電極を有する発光ダイオード及びその製造方法を提供する。

【解決手段】 第一電極11を形成した後、第二電極12用フォトリソ形成時に第一電極11よりも小さな電極径のパターンを形成することで、第二電極13がエピ層5と接触することがない。このためボンダビリティが良好でしかも密着性に優れた電極11、12を形成することができる。第二電極12用の密着材料12aを検討する場合、半導体表面だけでなく、ガラス面等他の表面との密着性まで考える必要がなくなり、第一電極11との密着性だけを考えればよいので、電極材料の選択の枠が広がる。第一電極11用の金属材料の蒸着膜の上に第二電極12用の密着材料12aの蒸着膜を形成し、エッチングによって同時に第一電極11及び第二電極12を形成しても第二電極12がエピ層5と接触することがない。



- 1 基板 (p型GaAs基板)
- 5 エピタキシャル層 (エピ層)
- 6 真鍮電極
- 11 第一電極
- 12 第二電極
- 12a 密着材料

【特許請求の範囲】

【請求項1】 p型半導体層及びn型半導体層のpn界面からなる発光層と、いずれかの半導体層上に形成されオーミック接触を確保するための第一電極と、該第一電極の上に形成されボンダビリティを向上させるための第二電極とを備えた発光ダイオードにおいて、上記第二電極が上記第一電極の表面からはみ出さないように形成されていることを特徴とする発光ダイオード。

【請求項2】 p型半導体層及びn型半導体層のpn界面からなる発光層を形成し、いずれかの半導体層上にオーミック接触を確保するための第一電極を形成し、該第一電極の上にボンダビリティを向上させるための第二電極を形成する発光ダイオードの製造方法において、上記p型半導体層上に第一電極を形成した後、該第一電極を該第一電極よりも小さな開口部を有する第二電極用フォトパターンで取り囲み、第二電極用の金属からなる密着材料を蒸着させた後、上記第二電極用フォトパターンを剥離するリフトオフ法を用いて上記第一電極の上に第二電極を形成することを特徴とする発光ダイオードの製造方法。

【請求項3】 p型半導体層及びn型半導体層のpn界面からなる発光層を形成し、いずれかの半導体層上にオーミック接触を確保するための第一電極を形成し、該第一電極の上にボンダビリティを向上させるための第二電極を形成する発光ダイオードの製造方法において、上記p型半導体層上に第一電極用の金属からなる密着材料を蒸着し、熱処理を行い、さらに第二電極用の金属からなる密着材料を全面蒸着した後、エッチングによって第一電極及び第二電極を形成することを特徴とする発光ダイオードの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、発光ダイオード及びその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】半導体素子の品質を左右する要素としてボンダビリティがある。ボンダビリティとは、例えば発光ダイオードを基板に実装する際の発光ダイオードの電極と、基板との間のワイヤボンディングの強度（剥離性）や位置精度をいう。ボンダビリティは電極上にワイヤボンディングに適した金属からなる密着材料の層を形成することにより向上する。

【0003】図4はAlGaAs系のダブルヘテロ構造の発光ダイオードの断面図である。

【0004】同図に示すp型GaAs基板1の上にエピタキシャル成長によりp型AlGaAsクラッド層2、p型AlGaAs活性層3、n型AlGaAsウィンド層4の三層のエピタキシャル層（以下「エビ層」という）5が形成されている。基板1の裏面全面にはAuZn/Ni/Au裏面電極6が形成され、エビ層5の表面

中央には第一電極7が形成され、第一電極7を覆うように第二電極8が形成されている。これら基板1、エビ層5及び電極6、7、8で発光ダイオード9が構成されている。p型AlGaAs活性層3及びn型AlGaAsウィンド層4のpn界面が発光層となっている。

【0005】この発光ダイオード9は、第一電極7によりオーミック接触が確保され、第二電極8により良好なボンダビリティが得られる。

【0006】第一電極（円形AuGe/Ni/Au電極）7は、エビ層5の表面（以下「エビ表面」という）に熱処理によって形成することができ、第二電極（円形Ti/Au若しくはCr/Au等の電極）8は、第一電極7の上に非熱処理によってTi若しくはCr等の第一電極との密着性のよい金属からなる密着材料を用いて形成することができる。

【0007】一般に、第二電極は図5（a）～（d）に示すようにリフトオフ法を用いた方法で行われる。図5（a）～（d）は図4に示した発光ダイオードの製造方法を示す工程図である。

【0008】エビ層（n型AlGaAsウィンド層4）5の上に第一電極7を形成し（図5（a））、第一電極7の周囲にフォトパターン10を形成する（図5（b））。エビ層5、第一電極7及びフォトパターン10の上から第二電極8用の金属からなる密着材料（Ti若しくはCr等の密着材料）8a、8を蒸着により密着させる（図5（c））。剥離剤でフォトパターン10を剥離することによりフォトパターン10上に蒸着された余分な密着材料8aが剥離されて第一電極7を覆うように第二電極8が形成される。（図5（d））。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上述した従来の方法では第一電極7を覆うように第二電極8が形成されるので、第一電極7の表面からはみ出した部分は、エビ層5と第二電極8とが直接接触することになる。

【0010】しかし、第二電極8の密着材料は必ずしも発光ダイオードのエビ表面と密着性が良いとは限らず、エビ表面との密着性が悪い場合は第一電極上とは良好な密着性があるものの、電極外周部における第二電極8の密着材料とエビ表面との界面での剥離が起これ、この剥離した部分がボンディング用電極上に付着し、ボンディングを阻害するという問題があった。

【0011】そこで、本発明の目的は、上記課題を解決し、ボンダビリティが良好でしかも密着性に優れた電極を有する発光ダイオード及びその製造方法を提供することにある。

【0012】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために本発明の発光ダイオードは、p型半導体層及びn型半導体層のpn界面からなる発光層と、いずれかの半導体層上に形成されオーミック接触を確保するための第一電

極と、第一電極の上に形成されボンダビリティを向上させるための第二電極とを備えた発光ダイオードにおいて、第二電極が第一電極の表面からはみ出さないように形成されているものである。

【0013】また本発明の発光ダイオードの製造方法は、p型半導体層及びn型半導体層のpn界面からなる発光層を形成し、いずれかの半導体層上にオーミック接触を確保するための第一電極を形成し、第一電極の上にボンダビリティを向上させるための第二電極を形成する発光ダイオードの製造方法において、p型半導体層上に第一電極を形成した後、第一電極を該第一電極よりも小さな開口部を有する第二電極用フォトパターンで取り囲み、第二電極用の金属からなる密着材料を蒸着させた後、第二電極用フォトパターンを剥離するリフトオフ法を用いて第一電極の上に第二電極を形成するものである。

【0014】さらに本発明の発光ダイオードの製造方法は、p型半導体層及びn型半導体層のpn界面からなる発光層を形成し、いずれかの半導体層上にオーミック接触を確保するための第一電極を形成し、第一電極の上にボンダビリティを向上させるための第二電極を形成する発光ダイオードの製造方法において、p型半導体層上に第一電極用の金属からなる密着材料を蒸着し、熱処理を行い、さらに第二電極用の金属からなる密着材料を全面蒸着した後、エッチングによって第一電極及び第二電極を形成するものである。

【0015】本発明によれば、いずれかの半導体層の上に第一電極を形成した後、第二電極用フォトパターン形成時にリフトオフ法により第一電極よりも小さな電極径のパターンを形成することで、第二電極用の金属からなる密着材料を蒸着する際に第一電極表面以外の部分へ回り込むこと、すなわち第二電極が半導体層と接触することが防止される。このためボンダビリティが良好でしかも密着性に優れた電極を形成することができる。また、第二電極用の金属からなる密着材料を検討する場合、半導体表面だけでなく、ガラス面等の表面との密着性までを考える必要が無く、第一電極との密着性だけを考えればよいので、電極材料の選択の枠が広がる。さらに、第一電極用の金属からなる密着材料の蒸着膜の上に第二電極用の金属からなる密着材料の蒸着膜を形成し、エッチングによって同時に第一電極及び第二電極を形成しても第二電極が半導体層と接触することがない。

【0016】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を添付図面に基いて詳述する。

【0017】図1(a)は本発明の発光ダイオードの一実施の形態を示す断面図であり、図1(b)は図1(a)の平面図である。尚、図4に示した従来例と同様の部材には共通の符号を用いた。

【0018】p型GaAs基板1上に、p型AlGaAs

sクラッド層2、p型AlGaAs活性層3及びn型AlGaAsウィンドウ層4からなる三層のエピ層5が形成されている。エピ層5の表面中央には円形の第一電極11が形成され、第一電極11の上には第二電極12が形成されている。基板1の裏面には裏面電極6が形成されている。これら基板1、エピ層5及び各電極6、11、12で発光ダイオード13が構成されている。

【0019】次にこの発光ダイオードの製造方法について述べる。

【0020】図2(a)～(d)は図1(a)、(b)に示した発光ダイオードの製造方法を示す工程図である。

【0021】まず、p型GaAs基板1上に、p型AlGaAsクラッド層2、p型AlGaAs活性層3、n型AlGaAsウィンドウ層4の三層をエピタキシャル成長させてエピ層5を形成する。p型AlGaAsクラッド層2は、例えば混晶比が0.3、膜厚が40 μ m、キャリア濃度が $5 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ である。p型AlGaAs活性層3は、混晶比が0.03、膜厚が1.0 μ m、キャリア濃度が $2 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ である。

【0022】このエピ層5の表面に電極径約130 μ m、厚さ約2000オングストロームの第一電極(円形AuGe/Ni/Au電極)11をリフトオフ法若しくはエッチングにより形成する。基板1の裏面全面には裏面電極(AuZn/Ni/Au電極)6を形成する(図1、図2(a))。

【0023】エピ層5の表面にリフトオフ用第一電極パターン(フォトパターン、図示せず)を形成し、全面に第一電極11用の密着材料を蒸着し、熱処理を行った後フォトパターンを除去することによりオーミック接触を確保した第一電極(円形AuGe/Ni/Au電極)11が形成される(図2(a))。

【0024】第一電極11の形成後、エピ層5の表面に電極径が50 μ mから150 μ mの間で、かつ、第一電極11の電極径より小さな大きさのリフトオフ用第二電極パターン(フォトパターン)14を形成する(図2(b))。

【0025】フォトパターン14を形成した後、第二電極12用の密着材料12aとなるCrを、厚さ約1000オングストロームになるまで蒸着し、さらにAuを厚さ約10000オングストロームになるまで蒸着する(図2(c))。

【0026】第二電極12用の密着材料12aを蒸着した後、リフトオフ法を用いて第二電極12となる部分以外の部分のフォトパターン14を密着材料12aごと剥離することにより、第一電極11上に電極径が50 μ mから150 μ mの間の大きさの第二電極12が形成される。この結果、第二電極12とエピ層5とが接触しない発光ダイオードが得られる(図2(d))。

【0027】図3は発光ダイオードにおける第二電極の

電極径と、ワイヤーボンディング時のボンディング不良数と、不良原因との相関関係を示す図である。

【0028】同図において横軸はボンディングパッドの電極径を示し、縦軸はワイヤーボンディング不良発生率を示す。図中、丸印はボールシェアテストによる不良を示し、三角印はボンディング阻害による不良を示す。

【0029】同図より、第二電極の電極径が $50\mu\text{m}$ の場合にはボール打ち込み時のボンディングパッド上からの位置ずれによるボンダビリティ不良が30%発生したが、第二電極の電極径が $80\mu\text{m}$ の場合には10%に減少した。第二電極の電極径が $100\mu\text{m}$ の場合にはボンダビリティ不良が1~2%と略無視できる程度になった。図みに、第二電極の電極径が $130\mu\text{m}$ 以上の場合には、第二電極外周部のエピ面との密着不良部分がボンディング電極上へ付着し、ボンディングが阻害されるといったケースが50%もあった。尚、ボンディング不良は、ボールシェアテストによって70g以下となったものをいい、ワイヤーボンディング不良発生率は、ボンディングシェアテストを行った発光ダイオードのチップ数に対するボンディング不良となったチップ数のパーセンテージである。

【0030】本実施の形態における最適条件については第二電極の電極径が $100\mu\text{m}$ 以上であり、かつ、第一電極の電極径よりも小さいことである。

【0031】尚、本実施の形態ではリフトオフ法を用いたが、これに限定されることはなく、エピ表面全面に第一電極用の金属からなる密着材料を蒸着し、熱処理を行い、さらに第二電極用の金属からなる密着材料を全面蒸着した後、エッチングによって電極パターンを形成しても、第二電極が第一電極表面以外の部分へ回り込むことがないので同様の効果が得られる。

【0032】以上において本発明によれば、第二電極が第一電極の表面からはみ出さないように形成することに

より、ボンダビリティが良好でしかも第二電極の剥離がない発光ダイオード及びその製造方法を提供することができ、このような電極構造は、発光ダイオードだけでなく、レーザダイオードやIC等の電極を必要とするあらゆるデバイスにおける電極パッド形成に利用することができる。また、発光ダイオードや他のデバイスに対する電極材料の選択枠が広がる。

【0033】

【発明の効果】以上要するに本発明によれば、次のような優れた効果を発揮する。

【0034】ボンダビリティが良好でしかも密着性に優れた電極を有する発光ダイオード及びその製造方法の提供を実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】(a)は本発明の発光ダイオードの一実施の形態を示す断面図であり、(b)は(a)の平面図である。

【図2】(a)~(d)は、図1(a)、(b)に示した発光ダイオードの製造方法を示す工程図である。

【図3】発光ダイオードにおける第二電極の電極径と、ワイヤーボンディング時のボンディング不良数と、不良原因との相関関係を示す図である。

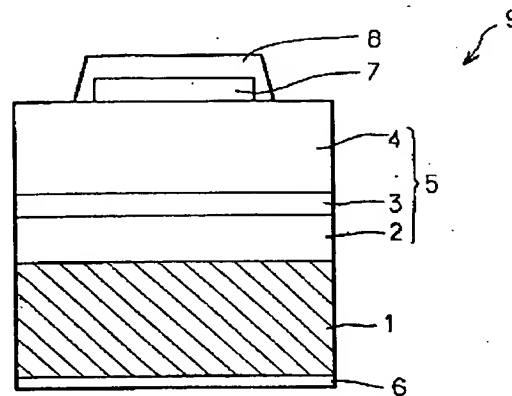
【図4】AlGaAs系のダブルヘテロ構造の発光ダイオードの断面図である。

【図5】(a)~(d)は図4に示した発光ダイオードの製造方法を示す工程図である。

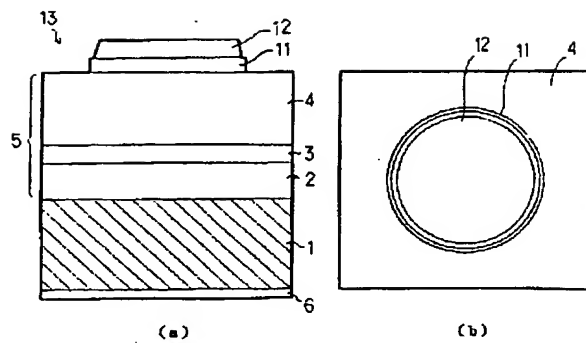
【符号の説明】

- 1 基板(p型GaAs基板)
- 5 エピタキシャル層(エピ層)
- 6 裏面電極
- 11 第一電極
- 12 第二電極
- 12a 密着材料

【図4】

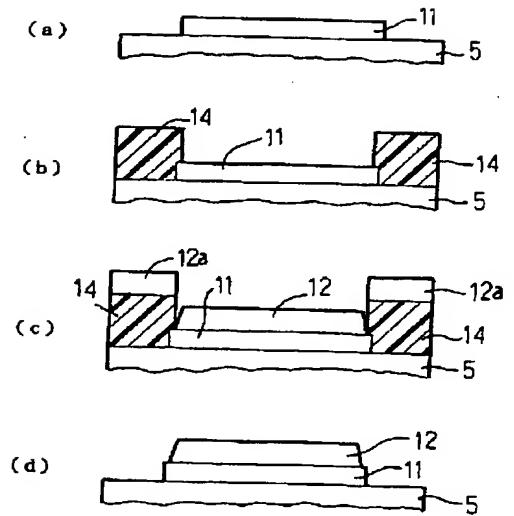


【図1】

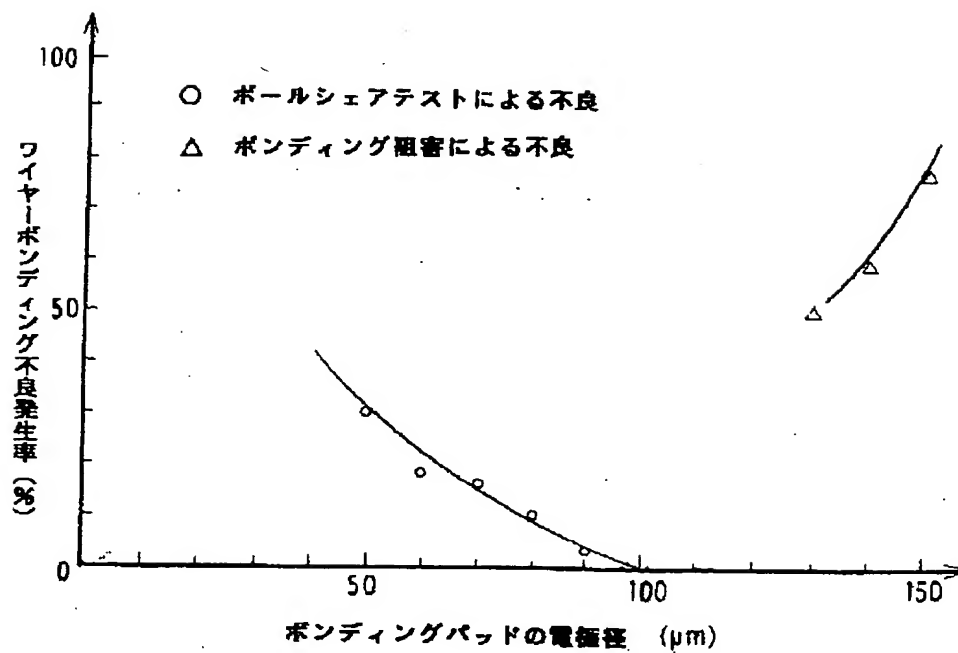


- 1 基板 (p型GaAs基板)
 5 エピタキシャル層 (エピ層)
 6 基面電極
 11 第一電極
 12 第二電極
 12a 密着材料

【図2】



【図3】



【図5】

